



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Gebrauchsmuster**  
⑩ **DE 296 07 630 U 1**

⑪ Aktenzeichen: 296 07 630.9  
⑫ Anmeldetag: 26. 4. 96  
⑬ Eintragungstag: 8. 8. 96  
⑭ Bekanntmachung  
im Patentblatt: 19. 9. 96

⑮ Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**E 03 B 3/08**  
F 04 B 49/22  
G 01 N 27/06  
G 01 N 27/416  
G 01 N 33/18  
F 04 B 49/06  
G 01 F 1/56  
G 01 K 13/02

DE 296 07 630 U 1

⑰ Inhaber:

Dr. Jungbauer + Partner Umwelt Consult GmbH,  
70499 Stuttgart, DE

⑱ Vertreter:

Witte, Weller, Gahlert, Otten & Steil, 70178 Stuttgart

BEST AVAILABLE COPY

⑲ Grundwassertestvorrichtung

DE 296 07 630 U 1

25.04.96

Anmelderin:

Dr. Jungbauer + Partner  
Umwelt Consult GmbH  
Motorstraße 5

70499 Stuttgart

25. April 1996  
2806G100 CS-km

Vertreter:

Witte, Weller, Gahlert, Otten & Steil  
Patentanwälte  
Rotebühlstraße 121  
70178 Stuttgart

Grundwassertestvorrichtung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Grundwassertestvorrichtung mit einer Steuereinheit zur Steuerung der Förderrate einer in das Grundwasser eingetauchten Pumpe und einer Förderatenmeßeinrichtung, die die mittels der Steuereinheit eingestellte Förderrate mißt.

Solche Grundwassertestvorrichtungen sind an sich bekannt. Sie dienen zur Durchführung von sogenannten Pumpversuchen, bei denen der Wasserspiegel in einer Grundwassermeßstelle oder einer

28076 30

25.04.95

2

Bohrung durch einen Pumpvorgang vermindert wird. Aus dem zeitlichen Verlauf der hierdurch verursachten Absenkung des Grundwasserspiegels lassen sich die hydraulischen Parameter des Grundwasserleiters, d.h. die Transmissivität, der Speicherkoeffizient, usw., ermitteln.

Üblicherweise wird die Pumpe in einem Brunnen angeordnet. Die Förderrate der Pumpe wird entweder mit Stopuhr und Eimer oder aber mit einer Wasseruhr ermittelt. Ein der Wasseruhr nachgeschaltetes Regulierungsventil wird von Hand eingestellt, um die Förderrate etwa konstant zu halten. Die Absenkung des Grundwasserspiegels wird gleichzeitig hiermit mittels eines Lichtlotes oder elektronisch mit einer Drucksonde und einem mobilen Computer gemessen.

Aus dem Absenkungsverlauf lassen sich, wie gesagt, die hydraulischen Parameter des Grundwasserleiters ermitteln. Bei sorgfältiger Durchführung des Pumpversuches können auch Aussagen über die Geometrie des Grundwasserleiters wie z.B. Anreicherungs- und Staugrenzen gemacht werden. Dabei erfolgt die Analyse auf der Grundlage von Änderungen der Absenkungsgeschwindigkeit. So weist bspw. eine Verlangsamung der Absenkungsgeschwindigkeit auf einen sich verstärkenden Zustrom von Grundwasser hin, der verschiedene Ursachen haben kann.

Zur genauen Analyse ist, wie oben bereits erwähnt, eine sorgfältige Durchführung des Pumpversuches notwendig. Aufgrund der Vielzahl an während des Pumpversuches durchzuführenden Nachstell- und Meßvorgängen zur Ermittlung der Förderrate und gleichzeitigen Messung des Grundwasserspiegels ist ein hoher personeller Aufwand erforderlich. Es hat sich darüber hinaus gezeigt, daß selbst bei sorgfältiger Durchführung des Versuches aufgrund von z.B. Abstimmungsproblemen zwischen den verschiedenen Bedienpersonen

296076 30

28.04.98

die Analyseergebnisse die tatsächliche Beschaffenheit des Grundwasserleiters nicht hinreichend genau reflektieren.

Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Grundwassertestvorrichtung der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß Pumpversuche mit geringem personellen Aufwand bei hoher Analysequalität durchgeführt werden können.

Diese Aufgabe wird bei der eingangs genannten Grundwassertestvorrichtung dadurch gelöst, daß die Steuereinheit einen Regler aufweist, der die Förderrate der Pumpe in Abhängigkeit von der durch die Förderratenmeßeinrichtung gemessenen Förderrate mittels eines Stellgliedes auf einen einstellbaren, konstanten Wert regelt.

Durch diese Maßnahme wird die Förderrate der Pumpe automatisch, also ohne manuellen Eingriff, auf einen konstanten Wert eingestellt. Daher verringern sich die manuell notwendigen Eingriffe, so daß der Personalaufwand reduziert ist. Es hat sich darüber hinaus gezeigt, daß durch diese Entlastung sich das Bedienpersonal besser auf die verbleibenden Aufgaben konzentrieren kann, so daß die Pumpversuche in der Regel sorgfältiger durchgeführt werden.

Schließlich läßt sich durch den Regler die Förderrate in äußerst engen Grenzen konstant halten. Aufgrund dieser engen Grenzen kann gewährleistet werden, daß allein die Eigenschaften des Grundwasserleiters für den Absenkungsverlauf verantwortlich sind. Daher haben die mit der erfindungsgemäßen Grundwassertestvorrichtung durchgeführten Analysen eine besonders hohe Qualität. Mit anderen Worten wird vermieden, daß der Pumpversuch durch eine Variation der Förderrate so stark gestört wird, daß er in aller Regel nur schwer ausgewertet werden kann.

288078 30

25.04.95

4

Die Aufgabe wird somit vollkommen gelöst.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Förderratenmeßeinrichtung ein elektromagnetisch-induktiver Durchflußmesser.

Solche elektromagnetisch-induktiven Durchflußmesser arbeiten einerseits sehr präzise. Zum anderen ist von Vorteil, daß die Meßwerte elektronisch verarbeitbar sind, zur Verwendung durch den Regler und/oder zur Aufzeichnung.

Es ist weiterhin von Vorzug, wenn das Stellglied ein elektromotorisch angetriebenes Stellventil ist.

Solche Stellventile sind einerseits besonders kostengünstig und arbeiten hinreichend präzise. Des weiteren eignen sich solche elektromotorisch angetriebene Stellventile aufgrund ihrer elektronischen Ansteuerbarkeit besonders gut als Stellglieder für elektronische Regler.

Vorzugsweise ist das Stellventil ein Scheibenventil.

Solche Scheibenventile sind besonders präzise einstellbar und kostengünstig.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel wird wenigstens ein Teil des geförderten Grundwassers in einen Analyseweig mit einer Analyseeinheit geführt, die bestimmte Parameter des Grundwassers mißt.

Durch die Integration einer solchen Analyseeinheit ist es nicht mehr notwendig, unabhängig von dem Pumpversuch Grundwasserproben zu nehmen, die anschließend zur Ermittlung der Grundwasserqualität in einem Labor analysiert werden.

298076 30

25.04.95

Dabei weist die Analyseeinheit vorzugsweise einen Meßtopf auf, in dem wenigstens ein Sensor zur Erfassung eines Parameters des Grundwassers angeordnet ist und dort von dem angeströmt wird.

Ein solcher Meßtopf ist besonders variabel bezüglich der Anzahl und des Typs der eingesetzten Sensoren.

Vorzugsweise weist der Meßtopf einen pH-Wert-Sensor, einen Sauerstoffsensor, einen Temperatursensor, einen Sensor zur Erfassung des Redox-Potentials und einen Leitfähigkeitssensor auf.

Durch diese Kombination von Sensoren lassen sich alle wesentlichen Parameter zur Ermittlung der Grundwasserqualität gleichzeitig messen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist dem Meßtopf ein Schwebekörper-Durchflußmesser vorgeschaltet, wobei der Analyse-zweig ein Ventil zur Steuerung der Förderrate für den Meßtopf aufweist.

Durch diese Maßnahme ist es möglich, die Förderrate des Analyse-zweigs so einzustellen, daß die Sensoren in dem Meßtopf optimal angeströmt werden. Es kann darüber hinaus vermieden werden, daß die Sensoren aufgrund zu hoher Förderraten beschädigt werden.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel ist eine Überwachungseinheit vorgesehen, die einen Computer mit einer Dialogeinrichtung und einer Speichereinrichtung aufweist.

Durch Integration einer mit einem derartigen Computer ausgestatteten Überwachungseinheit lassen sich einerseits Eingriffe in

296076 30

25.04.95

6

die Steuerung der Grundwassertestvorrichtung und andererseits die Aufzeichnung der gemessenen Parameter über der Zeit besonders einfach und variabel realisieren.

Dabei ist es bevorzugt, wenn der Computer eine Schnittstelle für wenigstens einen Grundwasserspiegelsensor aufweist.

Über diese Schnittstelle läßt sich der Grundwasserspiegel des bepumpten Brunnens während des Pumpvorganges aufzeichnen. Vorzugsweise sind jedoch mehrere Grundwasserspiegelsensoren anschließbar, so daß neben dem Grundwasserspiegel des bepumpten Brunnens auch die Grundwasserspiegel benachbarter Brunnen aufgezeichnet werden können, um ein genaueres Bild über die hydraulischen Parameter des Grundwasserleiters zu erhalten.

Es ist weiterhin von Vorzug, wenn der Computer eine Schnittstelle zum Regler aufweist, über die der Regler einen über die Dialogeinrichtung eingegebenen Sollwert der Förderrate erhält.

Durch diese Maßnahme kann ein Regler ohne eigene Dialogeinheit verwendet werden.

Vorzugsweise weist der Computer weiterhin eine Schnittstelle zum Meßtopf auf.

Durch diese Schnittstelle können die Meßwerte zur Ermittlung Grundwasserqualität aufgezeichnet werden.

Es versteht sich, daß als Computer ein handelsüblicher Allzweckcomputer wie ein PC verwendbar ist, da aufgrund des relativ trägen Grundwassersystems keine allzu zeitkritischen Anforderungen an den Computer zu stellen sind.

295075 30

25.04.98

7

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist eine Leistungsversorgungseinheit für die Komponenten der Grundwassertestvorrichtung sowie für an die Grundwassertestvorrichtung anschließbare Verbraucher vorgesehen.

Durch diese Integration einer Leistungsversorgungseinheit lassen sich Pumpversuchsanordnungen besonders einfach und in geringer Zeit aufbauen. Es ist lediglich notwendig, die externen Verbraucher, z.B. die Pumpe, anzuschließen.

Dabei ist es bevorzugt, wenn die Leistungsversorgungseinheit einen Netz-/Generatoranschluß sowie eine Akkumulatoreinrichtung zur unterbrechungsfreien Stromversorgung aufweist.

Durch diese Maßnahme kann bei Vorhandensein eines Stromnetzes die Leistung hierüber bereitgestellt werden. Andernfalls kann ein Generator angeschlossen werden. Die Akkumulatoreinrichtung zur unterbrechnungsfreien Stromversorgung dient der Pufferung bei Abschaltung des Netzes oder des Generators, so daß einmal begonnene Pumpversuche fortgesetzt werden können.

Es ist weiterhin von Vorzug, wenn die Steuereinheit einen Istwertschalter aufweist, um alternativ den dem Regler zugeführten Istwert der Förderrate von einer in die Grundwassertestvorrichtung integrierten Förderratenmeßeinrichtung oder von einer externen Grundwassertestvorrichtung abzugreifen.

Hierdurch ist es möglich, einerseits eine relativ kompakte Förderratenmeßeinrichtung in die Grundwassertestvorrichtung zu integrieren und andererseits über eine optionale externe Förderratenmeßeinrichtung Förderraten zu messen, die die Kapazität der internen Förderratenmeßeinrichtung übersteigen würden.

298076 30



28.04.98

8

Der Istwertschalter ist vorzugsweise als Stecker ausgebildet.

Durch diese Maßnahme kann auf konstruktiv besonders einfache Weise entweder der Istwert der internen oder der der externen Förderratenmeßeinrichtung an den Regler gegeben werden.

Von besonderem Vorzug ist es, wenn die Komponenten der Grundwassertestvorrichtung in einer mobilen Einheit zusammengefaßt sind.

Durch Integration der Steuereinheit, der Analyseeinheit, der Überwachungseinheit und der Leistungsversorgungseinheit in eine mobile Einheit wird eine außerordentlich universelle und mobile Grundwassertestvorrichtung geschaffen. Eine Pumpversuchsanordnung mit einer solchen integrierten, mobilen Grundwassertestvorrichtung läßt sich besonders einfach in kurzer Zeit aufbauen. In aller Regel ist nur eine Person zur Bedienung notwendig. Die Pumpversuche können daher besonders einfach und sicher durchgeführt werden. Die Bedienperson muß sich nicht mehr um die Einstellung der Förderrate kümmern und gleichzeitig die Parameter ablesen und aufschreiben. Nach einer Vorbereitungsphase kann sich die Bedienperson voll auf die Beobachtung des Tests konzentrieren und sicherstellen, daß dieser korrekt verläuft.

Die mobile Anordnung eignet sich sowohl zur Durchführung der klassischen, eingangs beschriebenen Pumpversuche, zur reinen Grundwasserqualitätsanalyse als auch zur Kombination dieser zwei Testvorgänge.

Die mobile Einheit kann derart kompakt aufgebaut werden, daß sie im Kofferraum eines Kraftfahrzeuges transportierbar ist.

296076 30

25.04.95

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist parallel zu dem Stellglied ein Ventil geschaltet, mittels dessen sich der Anteil des von der Pumpe geförderten Grundwassers einstellen läßt, der in das Stellglied geführt wird.

Durch die Anordnung des Stellgliedes in einem "Bypass" der Förderstrecke ist es möglich, auch bei großen Fördermengen ein relativ kleines Stellglied vorzusehen, das sich leichter in die Grundwassertestvorrichtung integrieren läßt. Ein solches Stellglied ist dazu ausgelegt, kleine und mittlere Förderraten einzustellen. Bei großen Förderraten wird durch das Ventil lediglich ein solcher Anteil des Grundwassers durch das Stellglied geführt, der zur Konstanthaltung der Förderrate notwendig ist. Dieses Ventil ist vorzugsweise nicht in die mobile Einheit integriert, um diese möglichst kompakt zu halten. Dabei wird vorzugsweise eine externe, großdimensionierte Förderratenmeßeinrichtung zur Istwertbereitstellung für den Regler verwendet, um die Regelung von der Gesamtförderrate abhängig zu machen.

Somit läßt sich die integrierte, mobile Grundwassertestvorrichtung nicht nur für Pumpversuche bei kleinen und mittleren Förderraten einsetzen. Durch Verwendung weniger Zusatzteile wie einer externen Förderratenmeßeinrichtung und eines externen Ventils läßt sich diese Grundwassertestvorrichtung auch bei Pumpversuchen mit großen Förderraten problemlos verwenden.

Vorzugsweise ist das Ventil ein Handventil.

Da zur Konstanthaltung der Förderrate lediglich eine Grobeinstellung des dem Stellglied zugeführten Anteils notwendig ist, ist ein - kostengünstiges - Handventil hinreichend.

298078 30

25.04.95

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale der Erfindung nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Darin zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Anordnung zur Durchführung eines Pumpversuches mit einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Grundwassertestvorrichtung;
- Fig. 2 ein schematisches Blockschaltbild der Grundwassertestvorrichtung von Fig. 1; und
- Fig. 3 ein schematisches Blockschaltbild einer externen Beschaltung der Grundwassertestvorrichtung von Fig. 2 zur Durchführung von Pumpversuchen mit großen Förderraten.

In Fig. 1 ist eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Testvorrichtung generell mit dem Bezugszeichen 10 versehen.

Die Testvorrichtung ist bei dieser Ausführungsform in einen mobilen Kraftfahrzeuganhänger 11 integriert, der noch mit weiteren Komponenten wie Anschlußschläuchen etc. ausgerüstet ist. Die Testvorrichtung kann aber auch als separate "Blackbox" in einer Größe vorgesehen werden, die den Transport im Kofferraum eines Kraftfahrzeuges gestattet.

298076 30

25.04.95

11

An die Testvorrichtung 10 wird eine Pumpe 12 angeschlossen, die in einen Brunnen 14 mit Grundwasser 15 abgesenkt wird. Ein Ruhewasserspiegel 16 liegt in einer Tiefe 18 gegenüber der Oberfläche 19.

Zur Ermittlung der hydraulischen Parameter des den Brunnen 14 umgebenden Grundwasserleiters wird Grundwasser 15 mittels der Pumpe 12 aus dem Brunnen 14 abgepumpt, wodurch sich der Wasserspiegel in dem Brunnen 14 allmählich absenkt. Ein Beispiel für einen abgesenkten Wasserspiegel ist bei 20 in einer Tiefe 22 gegenüber der Oberfläche 19 gezeigt.

Es versteht sich, daß die Pumpe 12 für einen Pumpversuch in einer solchen Tiefe angeordnet werden muß, daß die Pumpe auch nach einer maximal zu erwartenden Absenkung des Grundwasserspiegels 20 noch von Wasser bedeckt ist.

Ein Lichtlot 24 dient zur Ermittlung des Ruhewasserspiegels 16, und zwar vor und nach dem Einbringen der Pumpe 12 in das Grundwasser 15.

Zur Ermittlung der Absenkung des Grundwasserspiegels wird eine Drucksonde 26 in den Brunnen abgelassen, so daß sie selbst nach einer maximal zu erwartenden Absenkung noch von Wasser bedeckt ist. Die Drucksonde 26 wird ebenfalls an die Grundwassertestvorrichtung 10 angeschlossen.

Es versteht sich, daß zur Durchführung eines Pumpversuches die Pumpe 12 und der Drucksensor 26 auch in einer speziell hierfür ausgeführten Grundwasserbohrung angeordnet werden können. Darüber hinaus ist es möglich, in der Umgebung weitere Bohrungen in vorbestimmten Abständen zu der Pumpe 12 auszuführen und mittels

298075 30

25.04.95

12

weiterer Drucksonden 26 auch dort die Absenkungen des Grundwasserspiegels aufgrund des Pumpvorganges zu registrieren, um ein genaueres Bild über die räumliche Ausdehnung des sich im Verlauf des Pumpversuches bildenden Absenkungstrichters zu erhalten.

In Fig. 2 ist ein Blockschaltbild der Grundwassertestvorrichtung 10 gezeigt. Die in den Kraftfahrzeuganhänger 11 integrierte Grundwassertestvorrichtung 10 weist eine Steuereinheit 30, eine Analyseeinheit 32, eine Überwachungseinheit 34 und eine Leistungsversorgungseinheit 36 auf.

Die Steuereinheit 30 umfaßt als Förderratenmeßeinrichtung einen elektromagnetisch-induktiven Durchflußmesser 40 mit Stromschleifenausgang (Bereich 4 bis 20 Milliampere) und optional eine Anzeige 42 für die gemessene Förderrate. Dem Durchflußmesser 40 nachgeschaltet ist ein elektromotorisches Stellventil 44, welches ein Stellsignal von einem Regler 46 erhält, dem der Istwert der von dem Durchflußmesser 40 gemessenen Förderrate zugeführt wird. Bei dem elektromotorischen Stellventil 44 handelt es sich vorzugsweise um ein Scheibenventil.

Der Regler 46 kann ein Universalregler zur Regelung unterschiedlichster industrieller Prozesse sein.

Die Pumpe 12 wird an einem Eingang 50 angeschlossen, der mit dem Durchflußmesser 40 verbunden ist. Der Ausgang des Stellventils 44 verzweigt in einen Ableitungszweig 52, der mit einem Handeinstellventil 53 versehen ist, und einen Analysezweig 54, über den ein bestimmter Anteil des geförderten Grundwassers in die Analyseeinheit 32 geführt wird.

296076 30

25.04.95

13

Die Steuereinheit 30 weist weiterhin einen Eingang 56 zum Anschluß eines externen Durchflußmessers sowie einen Istwertschalter 58 auf, mittels dessen der dem Regler 46 zugeführte Istwert entweder von einem externen Durchflußmesser über den Anschluß 56 oder von dem Durchflußmesser 40 abgegriffen werden kann. Der Istwertschalter 58 kann als interne Steckverbindung realisiert sein, die zum Anschluß eines externen Durchflußmessers aufgetrennt und mit diesem verbunden wird. Auf diese Möglichkeit wird nachstehend noch eingegangen.

Die Analyseeinheit 32 weist ein Handventil 60, einen diesem nachgeschalteten Schwebekörper-Durchflußmesser 62 sowie einen letzterem nachgeschalteten Meßtopf 64 auf.

Durch das Handventil 60 läßt sich die von dem Schwebekörper-Durchflußmesser 62 gemessene Förderrate auf einen für den Meßtopf 64 geeigneten Wert einstellen. In dem Meßtopf 64 sind ein pH-Wert-Sensor 70, ein Sauerstoffsensor 72, ein Temperatursensor 74, ein Sensor 76 zur Erfassung des Redox-Potentials sowie ein Leitfähigkeitssensor 78 angeordnet. Die Sensoren 70 bis 78 werden in dem Meßtopf 64 mit einem durch das Handventil 60 eingestellten, geeigneten Druck angeströmt. Der Ausgang des Meßtopfes 64 ist mit einer Ableitung 80 verbunden.

Die Überwachungseinheit 34 weist einen Mehrzweckcomputer 90 wie einen PC sowie eine mit diesem verbundene Dialogeinrichtung 92 sowie eine Speichereinrichtung 94 auf. Der Computer 90 ist weiterhin mit einer Schnittstelle für den Istwert der von dem Durchflußmesser 40 gemessenen Förderrate, einer Schnittstelle 96 zum Anschluß der Drucksonde 26 (oder mehrerer Drucksonden 26), einer Schnittstelle 97 zur Übermittlung eines Förderraten-sollwertes 98 an den Regler 46 sowie mit einer Schnittstelle 99 zum Anschluß der Sensoren 70 bis 78 ausgerüstet.

296076 30

28.04.95

Die Leistungsversorgungseinheit 36 weist eine Spannungsquelle 100 auf, die mit einem 230 Volt-Anschluß 102 und einem 380 Volt-Anschluß 104 zum Anschluß an ein Spannungsnetz oder an einen Generator versehen ist. Die Spannungsquelle 100 weist ggf. Leistungselektronik sowie Transformatoren auf und ist dazu ausgelegt, sämtliche Komponenten der Grundwassertestvorrichtung 10 mit Spannung zu versorgen, was in dem Blockschaltbild von Fig. 2 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt ist. Des weiteren kann die Spannungsquelle 100 über einen Anschluß 105 externe Verbraucher wie die Pumpe 12 mit Spannung versorgen.

Die Leistungsversorgungseinheit 36 weist weiterhin eine Akkumulatoreinrichtung 106 zur spannungsfreien Stromversorgung auf. Die Kapazität der Akkumulatoreinrichtung 106 ist hinreichend, um wenigstens den Betrieb der Überwachungseinheit 34 für einige Stunden aufrechtzuerhalten, so daß nach Beendigung des Pumpvorganges das Wiederansteigen des Grundwasserspiegels 20 im Brunnen 14 ohne externe Spannungsversorgung, also z.B. ohne Generatorbetrieb aufgezeichnet werden kann.

Die Steuereinheit 30 der in den Kfz-Anhänger eingebauten Grundwassertestvorrichtung 10 ist für kleine und mittlere Grundwasserförderraten ausgelegt. Bei großen Förderraten kann die Grundwassertestvorrichtung 10 ebenfalls eingesetzt werden, wenn diese extern beschaltet wird, wie es in Fig. 3 gezeigt ist.

Ein externer Durchflußmesser 110 für große Förderraten ist an den Anschluß 56 der Grundwassertestvorrichtung 10 angeschlossen und der Schalter 58 so umgelegt bzw. umgesteckt, daß der Regler 46 mit dem Förderraten-Istwert aus dem externen Durchflußmesser 110 versorgt wird. Der Ausgang des Durchflußmessers 110 wird in einen mit einem Handventil 112 versehenen Hauptzweig 114

288076 30

28.04.95

15

sowie einen Bypasszweig 116 aufgeteilt. Der Bypasszweig 116 wird an dem Eingang 50 der Grundwassertestvorrichtung 10 angeschlossen. Optional wird das durch die Steuereinheit 30 geführte Grundwasser über den Ableitungszweig 52 stromabseitig des Handventils 112 wieder in den Hauptzweig 114 geführt.

Das Handventil 112 wird so eingestellt, daß in den Bypasszweig 116 Grundwasser mit einer Förderrate eingeführt wird, für die die Steuereinheit 30 ausgelegt ist. Typischerweise werden in dem Bypasszweig 116 etwa 2 bis 5 % Gesamtförderrate eingeführt.

Mit dieser externen Beschaltung von Durchflußmesser 110 und Handventil 112 läßt sich die Grundwassertestvorrichtung 10 auch für Pumpversuche mit großen Förderraten einsetzen. Denn während eines Pumpversuches variiert die Förderleistung der Pumpe 12 üblicherweise nur innerhalb eines kleinen Bereiches (z.B. 5 %), so daß es zur Konstanthaltung der Förderrate hinreichend ist, einen etwa in diesem Bereich liegenden Anteil der Förderrate über den Bypasszweig 116 in die Steuereinheit 30 zu geben.

Die Funktionsweise der Grundwassertestvorrichtung während eines Pumpversuches ist wie folgt. In den abzupumpenden Brunnen 14 wird eine entsprechend der zu erwartenden Ergiebigkeit des Brunnens 14 angepaßte Unterwasserpumpe 12, üblicherweise mit separatem Rückschlagventil eingebaut. Anschließend wird die Pumpe 12 zur Stromversorgung an den Anschluß 105 der Leistungsversorgungseinheit 36 angeschlossen. Ein Schlauch zur Förderung des Wassers aus dem Brunnen 14 wird von der Pumpe 12 kommend auf den Eingang 50 der Steuereinheit 30 gelegt. An den Ableitungszweig 52 der Steuereinheit 30 kommt ein Schlauch zur Ableitung des Wassers. An die Ableitung 80 aus dem Meßtopf 64 der Analyseeinheit 32 kommt ein weiterer Schlauch zur Ableitung des Wassers, welches den Meßtopf 64 durchströmt.

28.07.95 30



25.04.95

16

Anschließend wird in den Brunnen 14 die mit einem Spezialkabel angeschlossene Drucksonde 26 abgelassen, so daß diese selbst nach einer maximal geplanten Absenkung des Grundwasserspiegels 20 noch von Wasser bedeckt ist. Die Drucksonde 26 wird anschließend an die Schnittstelle 96 des Computers 90 angeschlossen.

Vor dem Einbau der Pumpe 12 sowie danach wird der Grundwasserspiegel 16 mit dem Lichtlot 24 gemessen.

Durch Betätigen eines (nicht dargestellten) Hauptschalters werden alle Komponenten bis auf den Computer 90 mit Strom versorgt. Der Computer wird durch Umlegen eines weiteren (nicht dargestellten) Schalters angeschaltet, der auch die Akkumulatoreinrichtung 106 in Betrieb nimmt. Ist eine Drehstrompumpe (380 Volt) im Einsatz, so kann ein entsprechender Motorschutz geschaltet werden. Bei Wechselstrompumpen (230 Volt) ist dies nicht vorgesehen.

Der Computer 90 startet anschließend automatisch mit einem Aufzeichnungsprogramm. Dabei wird zuerst die Drucksonde (bzw. die Drucksonden) 26 entsprechend dem manuell mit dem Lichtlot 24 gemessenen Wert kalibriert. Es folgt die Füllung des wasserführenden Systems durch eine kurze Inbetriebnahme der Pumpe 12. Bei dieser Gelegenheit sollte der Istwert 98 für den Regler 46 so eingestellt werden, daß bei einem neuerlichen Einschalten die gewünschte Förderrate möglichst exakt stimmt. Die erforderlichen Regelparameter, die eine optimale Reaktion des Reglers 46 auf Störungen gewährleisten, müssen in diesem Zusammenhang am Regler 46 eingestellt werden (optional erfolgt dies durch eine Datenübergabe mittels der Schnittstelle 97 des Computers 90). Nach der Systemfüllung sollte man das Erreichen des Ruhewasserspiegels 16 abwarten.

296076 30

28.04.96

17

Kurz vor dem eigentlichen Versuchsbeginn wird die Aufzeichnungsrate auf einen Wert von wenigen Sekunden (beispielsweise fünf Sekunden) eingestellt, dann die Pumpe 12 eingeschaltet und der Regler 46 auf Automatik gestellt. Der Teilstrom, der durch den Meßtopf 64 läuft, wird durch den Handregler 60 und den Schwebekörper-Durchflußmesser 62 reguliert, so daß sich ein Durchfluß von ca. 0,1 bis 0,2 l/sec ergibt. Der Regler 46 besorgt aufgrund seiner Sollwertvorgabe 98 die Nachstellung des Ventils 44, da die Förderleistung der Pumpe 12 aufgrund des fallenden Wasserstandes 20 und der dadurch bedingten steigenden Förderhöhe langsam abnimmt.

Gegebenenfalls ist eine geringfügige Nachregelung der Gesamtdurchflußrate mit einem vorgeschalteten (nicht dargestellten) Handregler nötig, um eine schnelle Anpassung während der ersten Minuten zu gewährleisten. Nach einer Minute kann die Aufzeichnungsrate auf zehn Sekunden reduziert werden. Insgesamt sollte auch bei langen Pumpzeiten eine Aufzeichnungsrate von zwei Minuten nicht überschritten werden.

Während des Versuchs können alle Parameter numerisch und/oder graphisch mittels der Dialogeinrichtung 92 dargestellt werden. Sollte sich eine Störung zu sehr auf den Versuchsablauf auswirken, so wird dies leicht erkannt, der Versuch normalerweise abgebrochen und neu begonnen.

Vor Abschaltung der Pumpe 12 und dem Beginn der Wiederanstiegsphase des Grundwasserspiegels 20 ist die Aufzeichnungsrate wieder auf fünf Sekunden zu verdichten. Der Computer läuft auch ohne externe Spannungsversorgung noch ca. vierzehn bis achtzehn Stunden über die Akkumulatoreinrichtung 106 weiter, so daß ein ggf. laufender Generator ebenfalls ausgeschaltet werden kann.

28.07.96

25.04.95

18

Nach Beendigung des Versuchs können die in der Speichereinrichtung 94 gesammelten Daten analysiert werden.

Die Steuereinheit 30 der Grundwassertestvorrichtung 10 ist für eine maximale Durchflußmenge von 3 l/sec ausgelegt. Durch die Beschränkung auf eine relativ niedrige Durchflußmenge kann die Steuereinheit 30 kompakt aufgebaut und in einer mobilen Einheit als "Blackbox" mit Maßen von z.B. 70 cm x 60 cm x 40 cm integriert werden.

296075 30

25.04.98

Schutzansprüche

1. Grundwassertestvorrichtung (10) mit
  - einer Steuereinheit (30) zur Steuerung der Förderrate einer in Grundwasser (15) eingetauchten Pumpe (12), und
  - einer Förderratenmeßeinrichtung (40), die die mittels der Steuereinheit (30) eingestellte Förderrate mißt,dadurch gekennzeichnet, daß
  - die Steuereinheit (30) einen Regler (46) aufweist, der die Förderrate der Pumpe (12) in Abhängigkeit von der durch die Förderratenmeßeinrichtung (40) gemessenen Förderrate mittels eines Stellgliedes (44) auf einen einstellbaren, konstanten Wert regelt.
2. Grundwassertestvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Förderratenmeßeinrichtung (40) ein elektromagnetisch-induktiver Durchflußmesser (40) ist.
3. Grundwassertestvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied (44) ein elektromotorisch angetriebenes Stellventil (44) ist.
4. Grundwassertestvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellventil (44) ein Scheibenventil (44) ist.

296076 30

25.04.95

2

5. Grundwassertestvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Teil des geförderten Grundwassers (15) in einen Analyseweig (54) mit einer Analyseeinheit (32) geführt wird, die bestimmte Parameter des Grundwassers (15) mißt.
6. Grundwassertestvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Analyseeinheit (32) einen Meßtopf (64) aufweist, in dem wenigstens ein Sensor (70-78) zur Erfassung eines Parameters des Grundwassers (15) angeordnet ist und dort von diesem angeströmt wird.
7. Grundwassertestvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßtopf (64) einen pH-Wert-Sensor (70), einen Sauerstoffsensor (72), einen Temperatursensor (74), einen Sensor (76) zur Erfassung des Redox-Potentials und einen Leitfähigkeitssensor (78) aufweist.
8. Grundwassertestvorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß dem Meßtopf (64) ein Schwebekörper-Durchflußmesser (62) vorgeschaltet ist und daß der Analyseweig (54) ein Ventil (60) zur Steuerung der Förderrate für den Meßtopf (64) aufweist.
9. Grundwassertestvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Überwachungseinheit (34) vorgesehen ist, die einen Computer (90) mit einer Dialogeinrichtung (92) und einer Speichereinrichtung (94) aufweist.
10. Grundwassertestvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Computer (90) eine Schnittstelle (96) für einen Grundwasserspiegelsensor (26) aufweist.

298075 30

25.04.96

11. Grundwassertestvorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Computer (90) eine Schnittstelle (97) zum Regler (46) aufweist, über die der Regler (46) einen über die Dialogeinrichtung (92) eingegebenen Sollwert (98) der Förderrate erhält.
12. Grundwassertestvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Computer (90) eine Schnittstelle (99) zum Meßtopf (64) aufweist.
13. Grundwassertestvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine Leistungsversorgungseinheit (36) für die Komponenten (30, 32, 34) der Grundwassertestvorrichtung (10) sowie für an die Grundwassertestvorrichtung (10) anschließbare Verbraucher (12) vorgesehen ist.
14. Grundwassertestvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungsversorgungseinheit (36) einen Netz-/Generatoranschluß (102, 104) sowie eine Akkumulatoreinrichtung (106) zur unterbrechungsfreien Stromversorgung aufweist.
15. Grundwassertestvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (30) einen Istwertschalter (58) aufweist, um alternativ den dem Regler (46) zugeführte Istwert der Förderrate von einer in die Grundwassertestvorrichtung (10) integrierten Förderratenmeßvorrichtung (40) oder von einer externen Förderratentestvorrichtung (110) abzugreifen.

298076 30

25.04.95

4

16. Grundwassertestvorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Istwertschalter (58) als Stecker ausgebildet ist.
17. Grundwassertestvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponenten (30, 32, 34, 36) der Grundwassertestvorrichtung (10) in einer mobilen Einheit (11) zusammengefaßt sind.
18. Grundwassertestvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zu dem Stellglied (44) ein Ventil (112) geschaltet ist, mittels dessen sich der Anteil des von der Pumpe (12) geförderten Grundwassers einstellen läßt, der in das Stellglied (44) geführt wird.
19. Grundwassertestvorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil (112) ein Handventil (112) ist.

296076 30

14.05.98

1 / 3

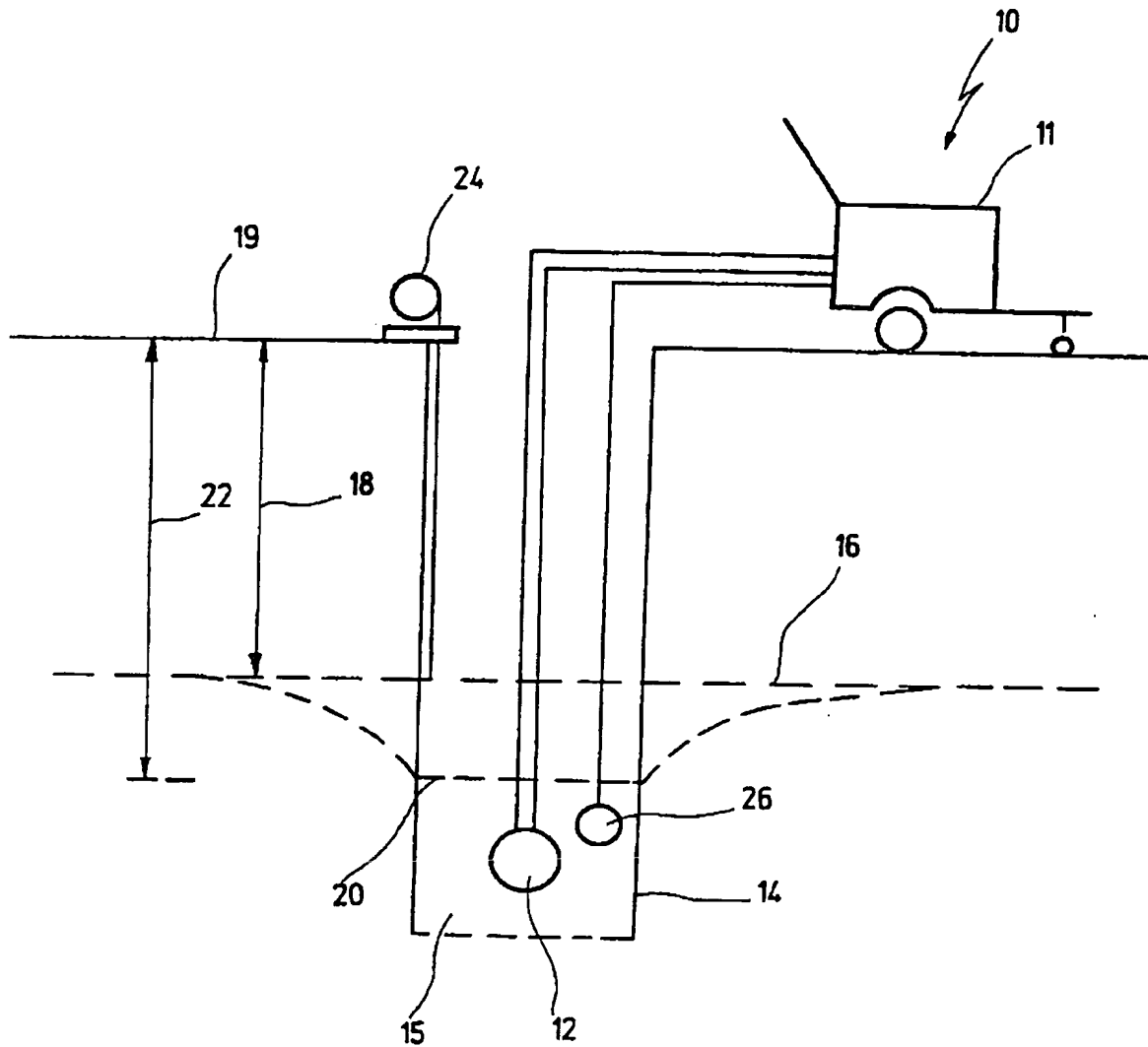


Fig.1

296076 30

2806G100



14.05.95

2 / 3

10

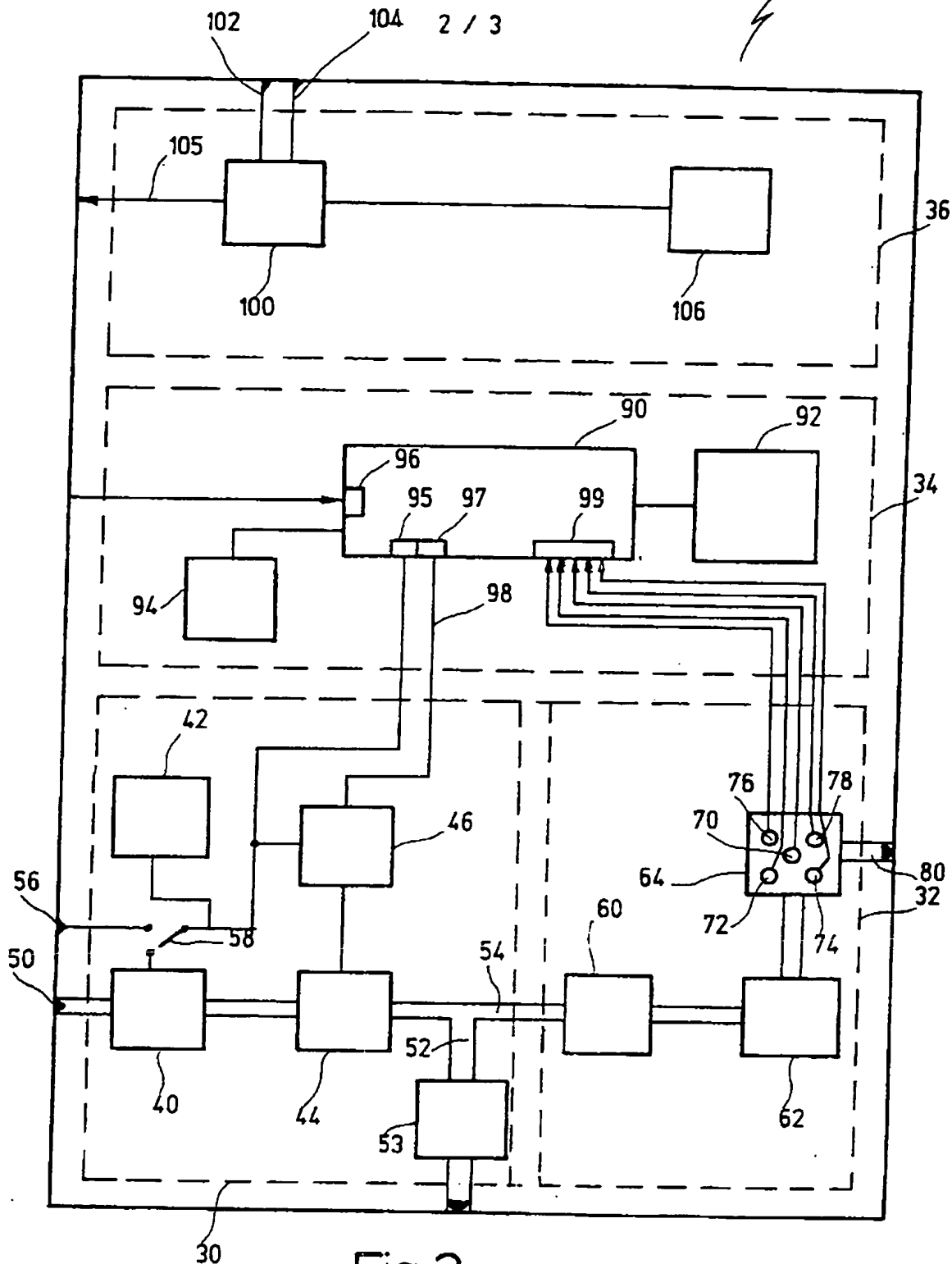


Fig.2

296076 30

2806G100

14.05.96

3 / 3

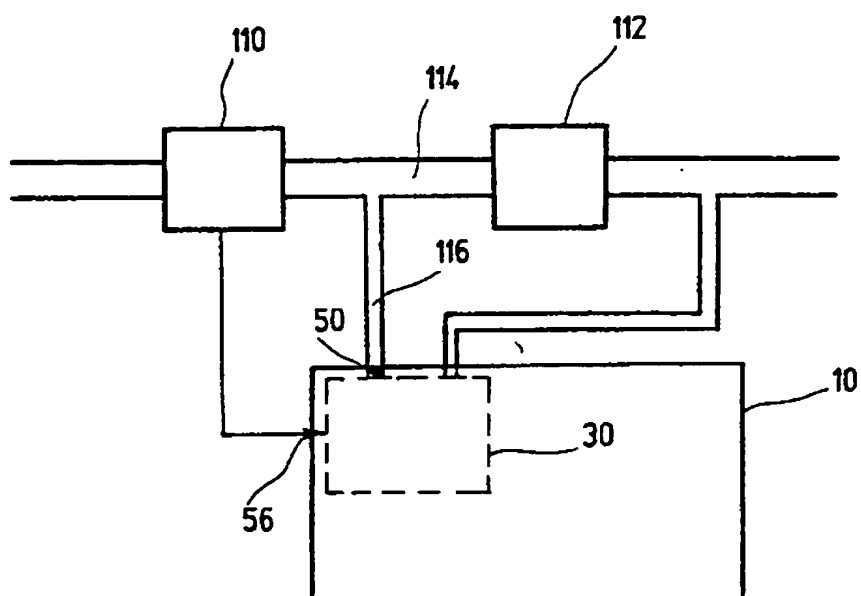


Fig.3

296078 30

2806G100

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**